

A kálium eloszlása a Börzsöny-hegységben légi-gammaspektrometriai felvétel alapján

Wéber B.—Nagy L.—Géresi Gy.*

(9 ábrával)

Összefoglalás: Szerzők a Börzsöny-hegység vulkáni képződményein mért káliumeloszlást értelmezik. Vizsgálják a kőzetfajták légi adatokból számított kálium-tartalmát és a kálium területi eloszlását. A kálium eloszlásának, a szinkron légi mágneses felvételeknek és a korábbi földtani adatoknak együttes értelmezésével jellemzik a nagy-börzsönyi színesérces „kaldera szerkezetet” és legvalószínűbb kiterjedését. A nagybörzsönyi terület példája nyomán további belső (kaldera) szerkezeteket (szobi, zebegényi) tételeznek fel és utalnak azok érc kutatási jelentőségére. Szükségesnek tartják a komplex légi mérésekkel feltárt lehetőségek földi ellenőrző vizsgálatát.

Bevezetés

Az 1. ábra mutatja a káliumeloszlást a Börzsöny-hegység területén. A légi felvétel, a térkép szerkesztésének módja s a földtani értelmezés általános szempontjai azonosak a Mátra-hegységben alkalmazottakkal (WÉBER—GÉRESI, 1970).

Földtani értelmezés

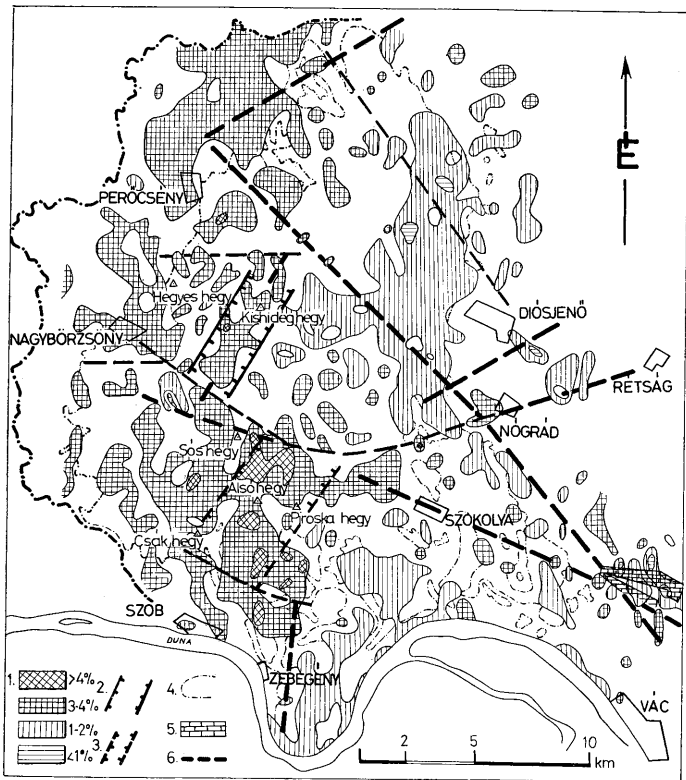
a) A kőzetek káliumtartalma

I. A Börzsöny-hegység területéről az irodalomban (PANTO-MIKÓ, 1964) közölt kémiai elemzési adatokból (62 minta alapján) a helvét—tortonai vulkáni összletre 2,2 % átlagos K_2O -tartalmat lehet megállapítani. A légi mérések-ből 312 km^2 terület adatait feldolgozva 3,1 % káliumot számítottunk ki. A kedvezőtlen körülmények (részletesebb földtani térkép hiánya, morfológia, esetenként a csekélyebb felszíni elterjedés) ellenére célszerűnek látszott megkísérelni a térképen elkülönített egyes kőzetfajtákra vonatkozó átlagos K-tartalom megállapítását is. Az eredmények a 2. ábrán láthatók. Összehasonlításként bányabeli (vágatfal) összgamma mérési adatokat (TATÁR, 1955), valamint a kémiai elemzési adatokat tüntettük fel.

A hegységben a radioaktivitás mérések érc kutatási módszerként való alkalmazása már 1953-ban felmerült. Az első mérések TATÁR J. nevéhez kapcsolódnak. A nagy-börzsönyi Altáróban és az Alsó-Rózsa táróban bányabeli, s ugyanezekben a területeken felszíni méréseket is végeztek.

* Előadva a MFT Ásványtan-Geokémiai Szakosztályának 1969. X. 28.-i ülésén.

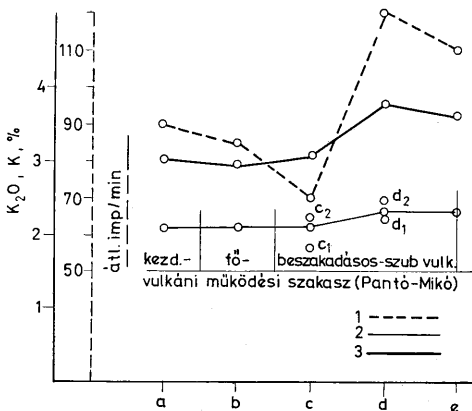
A különböző módszerű vizsgálatok adatainak összevetése pozitív korrelációt mutat. Elsősorban a légi és kémiai adatok között van ilyen korreláció, de tendenciájában a bányabeli vágatfal (összgamma) mérésekre is érvényes.



1. ábra. A kálium eloszlása a Börzsöny-hegységben légi gammaszpektrometriai felvétel alapján. (Az eloszlási térképet szerkesztette: NAGY L., 1967; földtani értelmezés: WÉBER B., 1967, 1969.) J e l m a g y a r á z a t: 1. Káliumtartalom, 2. A káliumeloszlás alapján kijelölhető kálizóna, a nagybörzsönyi kaldera-szerkezet, 3. A káliumeloszlás és a δT izoanómia térkép együttes értelmezése alapján feltételezett szobi kaldera-szerkezet területe, 4. A tortonai vulkáni összetett képződményeinek (granátos amfibolandezit, piroxén amfibolandezit és piroklastikumai, amfibolos piroxénandezit és piroklastikumai, amfibolandezit, dácit) felszíni elterjedése, 5. Felsőtriász mészkő, 6. Feltételezett főbb szerkezeti vonalak

Fig. 1. Distribution of potassium in the Börzsöny Mountains from air-gammasspectrometric survey. (Map compiled by L. NAGY 1967; geological interpretation by B. WÉBER 1967, 1969.) Legend: 1. Potassium content, 2. Potach zone indicated by potassium distribution, the Nagybörzsönyi caldera structure, 3. Area of the Szob caldera inferred from a combined interpretation of potassium distribution and δT isoanomalies, 4. Area of Tortonian volcanic sequence (garnet-bearing amphibolic andesite, pyroxenic-amphibolic andesite and their pyroclastics, amphibolic andesite and dacite), on the surface, 5. Upper Triassic limestone, 6. Hypothetical main structural lines

Megítélésünk szerint az eredmény sorok ilyen kapcsolata bizonyítja a légi adatok helyességét, elvárható pontosságát és a földi adatokkal való összehasonlíthatóságát.



2. ábra. A vulkáni összlet kőzeteire megállapított átlagos káliumtartalmak. Jelmagyarázat: 1. Bányabeli vágatfal gammaaszórási impulzus/min. egységben (TATÁR J., 1955 után), 2. Kémiai elemzések, K_2O (PANTÓ-MIKÓ, 1964. adataiból számítva), 3. A légi gammaaszórási adatok értékelésével, a hegység egész területén, $K\%$ (WÉBER, 1969); a = gránátos amfibolandezit ($g\alpha Mt$), b = piroxénis amfibolandezit és piroklastitikumai (αMt), c = amfibolos piroxénandezit és piroklastitikumai ($py\alpha Mt$), c_1 = amfibolos piroxénandezit, c_2 = augitos hiperszténandezit, hiperszténis augitandezit, biotitos, amfibolos augitandezit, d = amfibolandezit ($am\alpha Mt$), d_1 = a nagybörzsényi kaldera területéről, d_2 = Csák-hegy, Sas-hegy], e = dacit (eMt)

Fig. 2. Average potassium contents determined for the rocks of the volcanic sequence. Legend: 1. Gamma radiation of mine drift wall in imp. per min. units (by courtesy of J. TATÁR, 1955), 2. Chemical analyses, K_2O (calculated from data of PANTÓ-MIKÓ, 1964), 3. $K\%$ from air-gamma-spectrometric results throughout the mountains' territory (WÉBER, 1969); a = garnet-bearing amphibolic andesite ($g\alpha Mt$), b = pyroxenic-amphibolic andesite and its pyroclastics (αMt), c = amphibolic-pyroxenic andesite and its pyroclastics ($py\alpha Mt$), c_1 = amphibolic-pyroxenic andesite, c_2 = augitic-hypersthene andesite, hypersthene augite andesite, biotitic-amphibolic augite andesite, d = amphibolic andesite $am\alpha Mt$, d_1 = from the area of the Nagybörzsény cauldron, d_2 = Csák hill, Sas hill], e = dacite (eMt)

2. A kőzetek szerint differenciált K-tartalmat a kálium területi eloszlása is tükrözi. A nagyvonalú áttekintésből látható, hogy a fő tömegű piroxénis amfibolandezit (αMt) nagy területein a káliumtartalom 3% alatt van. Ezen belül a legkisebb ($< 2\%$) a Csóványos környékén és ezzel összefüggően a hegység keleti szegélyén egy viszonylag szűk sávban, amely dél felé Szokolyától Zebegény irányában is folytatódik. Okát a lehetséges morfológiai tényezőkhöz (erőteljes erózió, talajképződés hiánya) kívül elsősorban a vulkáni összlet kifejlődésében és kőzettanilag nem egységes (pl. piroklastitikus láva) felépítettségben kereshetjük.

A kis káliumtartalmú területen belül két pontot (Diósjenőtől ÉNy-ra 5 km-re) külön is megemlítünk, mert ezeken az 1% körüli K-tartalom, a hegység vulkáni képződményeinek átlagához viszonyítva már jelentős eltérést mutat.

A hegység DNy-i részén a már említett eloszlási és az ismert földtani adatokat összevetve azt látjuk, hogy az összefüggően nagyobb ($> 3\%$) káliumtartalom az amfibolandezit ($am\alpha Mt$) elterjedését jól jelzi. Hasonlóan amfibolandezitre

utalt a Peröcsénytől kissé DDK-re észlelt ($> 3\%$ K) folt is, amely PANTÓ Gy. részletterképe (PANTÓ, 1960) alapján „biotitos amfibolandezithez” köthető. Ez utóbbival kapcsolatban érdemes még megemlíteni azt, hogy a 4 %-os K-maximum (Hollókőtől ÉNy-ra) megközelítően a „fluidális piroxénos amfibolandezit” és a „biotitos amfibolandezit” határára esik.

A vulkáni területen kívül magasabb ($> 3\%$) káliumtartalmat közvetlenül csak a hegység ÉNy-i előterében, Peröcsény környékén lehetett kimutatni. Ez valószínűleg a hegység erózióval kihordott vulkáni anyagához kapcsolódik.

A káliumeloszlás ilyen vizsgálatának tapasztalata itt a Börzsöny-hegységben és másutt is (WÉBER—GÉRESI, 1970) azt mutatja, hogy a vulkáni képződmények változó káliumtartalmát a kémiai elemzésekkel összevethető módon *a területi áttekintés előnyével* tudjuk észlelni és értelmezni. Ezért a bemutatott adatokra is támaszkodva könnyen bizonyítható annak szükségessége, hogy *a légi felvétellel kimutatott káliumeloszlást a jövőben mind a regionális kőzetkémiai vizsgálatoknál, mind pedig vulkáni területeink földtani térképezése során figyelembe kell venni.*

3. Az eloszlási adatok tehát arra utalnak, hogy a vizsgált börzsöny-hegységi kőzetek közül a kálium elsősorban az amfibolandezitben és a dácitban dúsul. Ezekben az amfibol és biotitásványok jellemző értékű mennyisége (OH és F-tartalmuk) azt bizonyítja, hogy könnyenillókbán gazdag, „nedves” magmából jöttek létre. Az ilyen magma képződésének feltételei között — az aljzat víztartalmú üledékeivel való transzpozorizációs kölcsönhatásban — a kálium is mobilizálódik. A kálium számottevően először (rejtve) az amfibolban, majd fő ásványként a biotitban jelenhet meg. Befogadására az alapanyag és a porfirós elegyrész plagioklászok is alkalmasak. Az amfibolandezit és dácit általában nagyobb káliumtartalmát ily módon normálisnak és az orto-hipomagmás kőzetképződéssel elsődlegesen együttjáró jellemzőnek tekinthetjük.

4. Az amfibolandezit és a dácit káliumtartalmuk szerinti együttes elkülönülése — és a savanyú differenciáció szerint is logikus viszonya — lényegesen fontosabbá válik annak ismeretében, hogy a kiindulásul szolgáló magma transzpozorizációjának szerkezeti feltételei is vannak (SZÁDECZKY—KARDOSS, 1959, KUBOVICS, 1962).

Ezek lényege az, hogy a magma laterális anyagfelvétele tektonikusan fellazított övben kialakult vulkáni csatornához kötött. A kezdeti kitérésék után a feltörő további olvadék — a megváltozott nyomásviszonyok miatt — a fokozottabban beáramló vizet, szuszpenziót és egyéb anyagot felvéve alakulhatott nagy részben az (orto) amfibolandezitet s erőteljesebb differenciációval a dácitot képező (hipo) magmává.

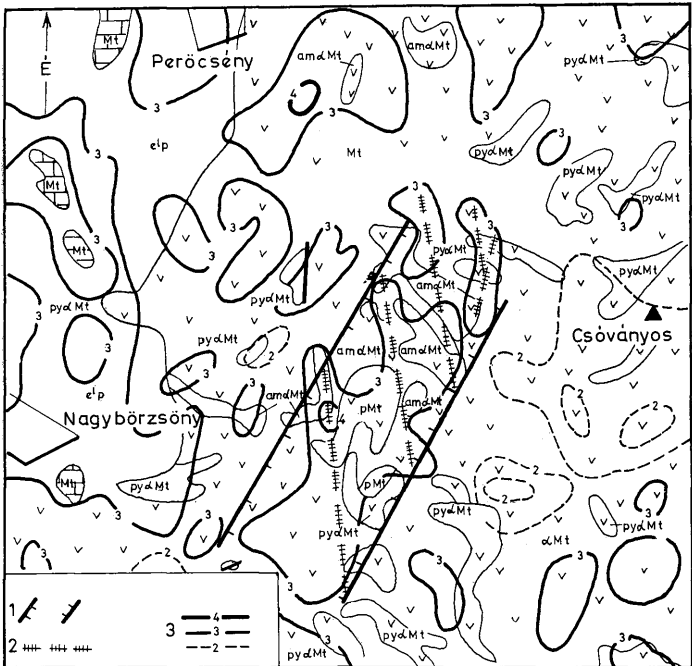
Fentiek szerint nagyon valószínű, hogy szorosabb kapcsolat van a káliumban viszonylag gazdag ($> 3\%$ K légi) amfibolandezit-dácit megjelenése és a vulkáni belső szerkezetalakulás között az egész hegységben. Ebben a kapcsolatban feltehetően a több irány szerint preformált szerkezet vonásai is tükröződnek.

A hegység területén az amfibolandezit és dácit változatainak egyes előfordulását lényegében már eddig is egy (belső) szerkezeti elemként tekinthető „beszakadásos kalderában” jelölték meg (Nagybörzsöny). Erről már csak a jellemző kőzetváltozatok elterjedésében mutatkozó orientáltság alapján is feltételezhető, hogy szerkezeti vonásokat mutat.

A kérdés tovább vizsgálatának, feltételezett ércföldtani vonatkozásai miatt, gyakorlati jelentőségét látjuk.

b) Ércprognosztikai, szerkezeti értelmezés

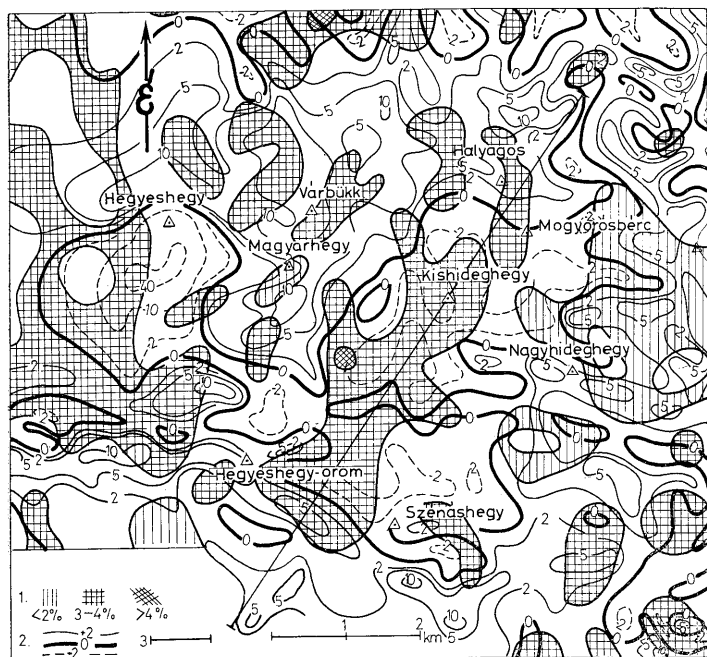
I. A légi mérések a már ismert nagybörzsönyi színesércelőfordulás felett nagyobb ($> 3\%$) K-tartalmat mutattak (3. ábra). Az emelkedettebb káliumtartalom fedi azt a területet, ahol PANTÓ G. (1946) az érchordozó szubvulkáni képződmények (biotit-amfibol-kloroandezit, biotit-amfibolandezit, biotit-amfibol-klorodácit) megjelenését térképen rögzítette. Ezek földtani helyzetét a fő paroxizmust követő „központi beszakadással” kialakult elnyúlt kalderában adja meg (PANTÓ—MIKÓ, 1964). Az összefüggően észlelt nagyobb kálitartalmú mező fő orientációjában is megfelel e kalderának. A lehatárolás szempontjából azonban nagyon lényeges, hogy a csapás szerint (ÉÉK—DDNy) jelentősen túl is terjed a korábbi földtani térképezéssel jelzett és a szubvulkáni kőzetekkel



3. ábra. A kálium eloszlása Nagybörzsöny környékén. J e l m a g y a r á z a t: 1. A káliumeloszlás alapján kijelölhető káliözóna, kaldera szerkezet (WEBER, 1967), 2. A káliumeloszlásból következtetett „másodrendű” szerkezeti vonalak, feltételező kapcsolatban az ércezeséssel, 3. Izokoncentrációs vonalak, „K”% egységben

Fig. 3. Distribution of potassium content in the vicinity of Nagybörzsöny. Legend: 1. Potash zone, cauldron structure, indicated by potassium distribution (WEBER, 1967), 2. Structural lines of „Second-order” deduced from potassium distribution, supposedly connected to mineralization, 3. Isoconcentration lines, in „K”% units

jellemzett területen (3., 5A ábra). Ez a kiterjedés és elkülönülés — azzal együtt, hogy a 3. ábrán általunk lehatárolt területre a légi adatokból az átlagnál (3,1%) nagyobb (3,57%) káliumtartalmat számítottunk ki — többféleképpen értelmezhető. Egyrészt úgy, hogy az említett nagyobb káliumtartalmú szubvulkáni kőzetek (2. ábra) elterjedése a térképezettnél nagyobb. Másrészt, hogy az orthipomagmás differenciációval együtt járó növekedés után, újabb hatásokra, a kálium második fázisú mobilizációja (felszaporodása) is végbe ment. Harmadik, egyben legvalószínűbb lehetőségnek látszik az előző két eset kombinációja és olyan viszonya, amelyben minden bizonnyal elsődleges a szélesebb szerkezeti kereteket feltételező és körvonalazó transzaporizációs szubvulkáni kőzetalakulás. Minden esetre tényként állapítható meg, hogy az észlelt magasabb káliumtartalom kiemeli ezt a területet és feltehető, hogy a valóságoshoz köze-

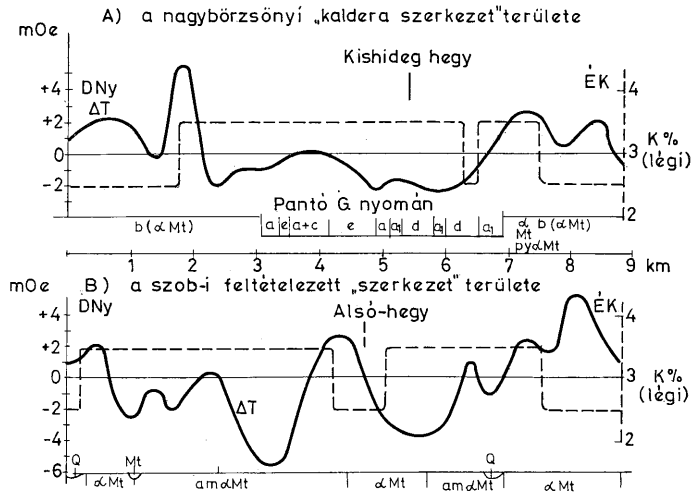


4. ábra. A káliumeloszlás és a mágneses tér korrelációja a nagybörzsönyi kaldera-szerkezet területén. (A légi ΔT izoanomál térképet a MÁELGI Gravitációs és Mágneses Osztálya szerkesztette.) J e l m a g y a r á z a t: 1. Káliumtartalom, 2. ΔT izoanomál vonalak, érték mOe egységben, 3. Szelvényvonal (l. 5A ábra)

Fig. 4. Correlation between potassium distribution and magnetic field over the Nagybörzsöny cauldron structure. (Map compiled by the Gravimetric and Magnetic Department of the MÁELGI.) Legend: 1. Potassium content, 2. ΔT isoanomaly lines, values in mOe units, 3. Profile line (see: Fig. 5A)

lebb álló határait is mutatja. Mindezek alapján az érces kalderaterület lehatárolásában és jellemzésében a korábbi földtani vizsgálatok eredményei és a légi felvétellel kimutatott káliumeloszlás között pozitív korrelációt állapítunk meg (5A ábra).

Érfeöldtani kutatási szempontból fontos a kérdéses terület vulkáni összleten belüli szerkezeti elkülönülésének vizsgálata. A földtani és káliumeloszlási ada-



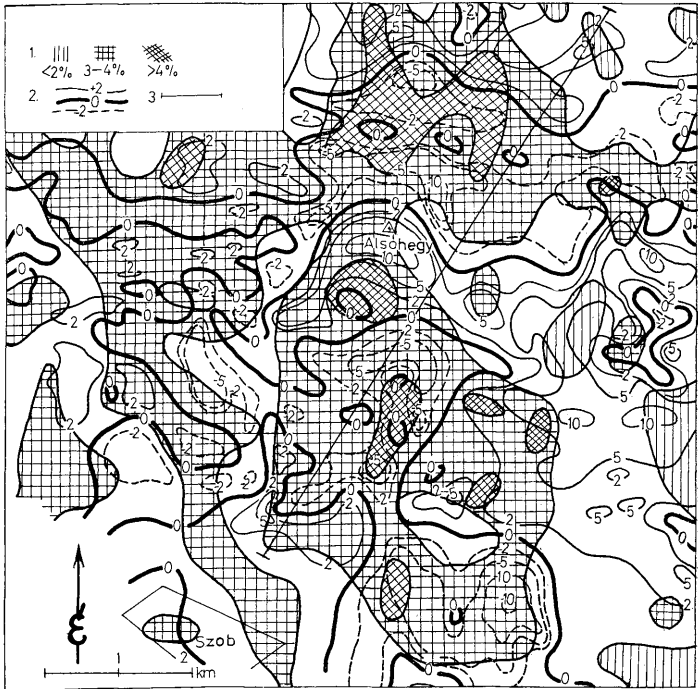
5. ábra. A mágneses tér változása a nagybörzsönyi (A) és a feltételezett szobi „kaldera-szerkezet” (B) területén keresztül (a légi ΔT isoanómál térkép felhasználásával). **J e l m a g y a r á z a t:** A) Nagybörzsönyi terület: a = gránátos amfibolokloroandezit, a₁ = amfibolokloroandezit (gzMh), b = piroxénos amfibolandezit és piroklasztikumai (α Mt), c = amfibolos piroxénandezit és piroklasztikumai (py α Mt), d = biotitarnfibol-kloroandezit (amfibolandezit am α Mt), e = biotitarnfibol-klorodácit (dácit α Mt); B) Szobi terület: Q = pleisztocén, Mt = tuffitos agyag, homok, lithothamniumos mészkő, α Mt és am α Mt = mint nagybörzsönyi területen

Fig. 5. Variation of the magnetic field across the Nagybörzsöny structure (A) and the hypothetical Szob „cauldron structure” (B) (from the air- ΔT isoanomalies). **Legend:** A) Nagybörzsöny area: a = garnet-bearing amphibolic chloroandezite, a₁ = amphibolic chloroandezite (gzMh), b = pyroxenic amphibolic andesite and its pyroclastics (α Mt), c = amphibolic-pyroxenic andesite and its pyroclastics (py α Mt), d = biotic-amphibolic chloroandezite (amphibolic andesite am α Mt), e = biotitic-amphibolic chloroandezite (dacite α Mt); B) Szob area: Q = Pleistocene, Mt = tuffitic clay, sand, Lithothamnium limestone, α Mt and am α Mt = like the Nagybörzsöny area

tokon kívül erre vonatkozó lényeges adatokat az egyidejűleg végzett légi mágneses felvétel eredményeiben látunk. Az eredménytérképek összevetéséből kitűnik, hogy a káliumeloszlás alapján körvonalazott kaldera területét szinte egybevágó módon, a kis mágneses tér is (esetünkben < 0 mOe) jellemzi. A nagybörzsönyi kalderára így megállapítható hármaskorrelációt (szubvulkáni képződmények + kálium felszaporodás + csekély mágneses tér), területileg és szelvényben a 4. és 5A ábrákon mutatjuk be.

A nagybörzsönyi területen az első rendszeres földi mágneses méréseket 1954-ben KOMÁROMI I. vezetésével végezték (KOMÁROMI, 1954). Már ekkor meg-

figyelték, hogy „a terület mágneses minimumai... a bányászati felmérés feltárt ércesedésre esnek... A mágneses anomália kép érdekes összhangban áll a megismert földtani felépítéssel” (PANTÓ—MIKÓ, 1964). A légi mágneses mérések ilyen szerű felhasználásának lehetőségeit a nagybörzsönyi példa nyomán újabban HOFFER E. hangsúlyozta (1969).



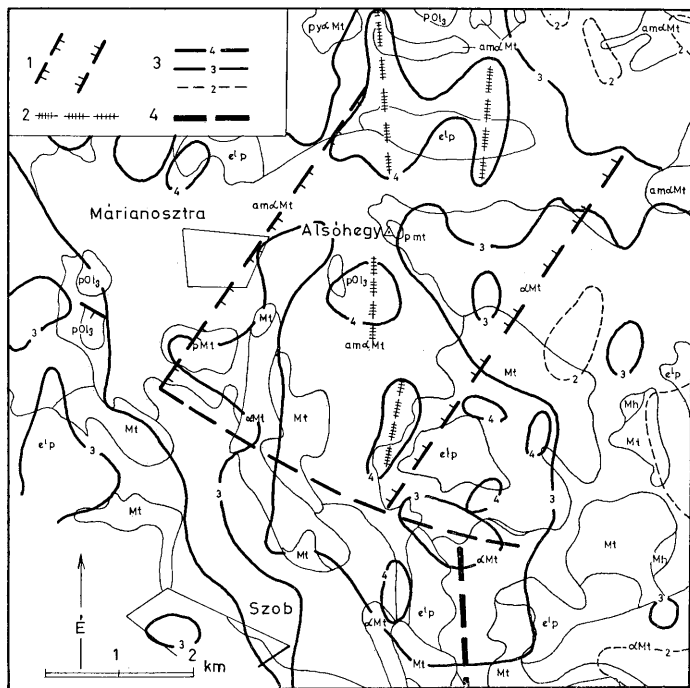
6. ábra. A káliumeloszlás és a mágneses tér korrelációja a feltételezett szobi szerkezet területén (a légi ΔT izoanómia térképet a MÁELGI Gravitációs és Mágneses Osztálya szerkesztette). J e l m a g y a r á z a t: 1. Káliumtartalom, 2. ΔT izoanómia vonalak, érték mOe egységben, 3. Szelvényvonal (l. 5B ábra)

Fig. 6. Correlation of potassium to magnetic field in the area of the hypothetical Szob structure the aeromagnetic map (ΔT isonomalies has been compiled of the Gravimetric and Magnetic Department of the MÁELGI) Legend: 1. Potassium content, 2. ΔT isonomaly lines, values in mOe units, 3. Profile line (see: Fig. 5B)

A mágneses tér jellegét befolyásoló földtani-geokémiai okok pontos feltárása még elvégzendő feladat. Megítélésünk szerint az egyik alapvető tényező a kialakuló hidrotérmális fázisban (az OH és H ionok vízzé egyesülésekor) a redox érték csökkenése lehet. A tények szerint, a magasabb oxidációs fokú (szub)vulkáni kőzetek lebontásával egyidejűleg, ez a folyamat inkább a kisebb mágneses szuszeptibilitású ásványok kialakul-

lásának kedvezett, beleértve szulfidos ércsványokat is. Az alacsony mágnesez tér morfológiájában, a részleteken túlmenően, így a hidrotermális folyamatok teljesebb hatásterülete is tükröződhet.

A korábbi földtani és érckutatási vizsgálatok eredményei a kalderán belül lehetővé teszik a légi mérésekkel kimutatott káliumeloszlás egyes részleteinek értékelését is. Kiindulásul az szolgál, hogy a „kaldera szerkezetet” ÉÉK—DDNy-i fő orientációs irány szerint fedő kálium mezőben több, közel É—D-i (355° — 175°) irányú, orientációs tengely is felismerhető (3. ábra). Ezek fontosságát annak ismerete jelenti, hogy a már kutatott és ismert színesérctelekek csapása is hasonló irányú. A prognosztikus értelmezés színvonalán feltételezzük, hogy a színesércesedés és az ugyanígy szerkezeti vonalakhoz — törésekhez



7. ábra. A káliumeloszlás Szob környékén. J e l m a g y a r á z a t: 1. A káliumeloszlás alapján kijelölhető kálizóna, kaldera szerkezet, 2. A káliumeloszlásból következtetett „másodrendű” szerkezeti vonalak, 3. Izokoncentrációs vonalak, K% egységben, 4. A feltételezett zebegényi szerkezet tengelyvonala

Fig. 7. Distribution of potassium in the vicinity of Szob. L e g e n d: 1. Potash zone, cauldron structure, indicated by potassium distribution, 2. Structural lines of „Second order” deduced from potassium distribution, 3. Isoconcentration lines, in „K%” units, 4. Axial line of the hypothetical Zebegény structure

rendelhető kálímobilizáció között — mint a Mátra-hegységben is láttuk (WÉBER—GÉRESI, 1970), térbeli (genetikai?) kapcsolat lehetséges. Kutatási szempontból ennek a problémának a tisztázása itt is fontos és ezért részletes földi ellenőrző vizsgálatot is érdemelne.

Összefoglalásul megállapíthatjuk, hogy a nagybörzsönyi színesércelőfordulás földtani körülményeinek jellemzéséhez a légi felvételekkel kimutatott kálium-eloszlási adatai is hozzájárulnak. A prognózis és a felderítő kutatás feladatai szempontjából fontos tapasztalat az a *korreláció*, amelyet a színesércelőfordulást befogadó kaldera szerkezet körvonalainak megvonása és jellemzése során a légi felvételekkel meghatározott káliumeloszlás és a légi mágneses mérések eredményei között találunk. Az egyéb vizsgálatokkal együtt ez nagymértékben elősegítheti a kutatási terület lehatárolását. A kálium felszaporodása és eloszlása, részleteinek értelmezése ismételten arra mutat, hogy a vulkáni területeken folyó érc kutatás során a kálímobilizáció lehetséges indikátor szerepét nem szabad figyelmen kívül hagyni.

2. A nagybörzsönyi kalderánál szerzett tapasztalatok birtokában vizsgáltuk át a Börzsöny-hegység egyéb területeit is. Ennek eredményeként — kritériumnak a kálium felszaporodása és a kis intenzitású mágneses tér korrelációját tekintve — feltételezzük egy második szerkezet lehetőségét is. Ez lenne a *szobi szerkezet* (1. ábra). Határait a légi mágneses felvétel tükrözi élesebben. A $\sim 7 \times 4$ km nagyságú terület ÉÉK—DDNy-i csapású fő orientációs irányt mutat (6. ábra). Erre a területre 3,9% átlagos káliumtartalmat számítottunk ki. (A mátra-hegységi kálizónák átlaga 4,24%, ezen belül a Nyugati Mátrában 4,4% K-ot lehetett megállapítani.) A káli felszaporodással korreláló alacsony mágneses tér adatait, a nagybörzsönyi kalderával való jobb összehasonlíthatóság érdekében az 5B ábrán szelvénytípusban bemutattuk. A feltételezett szerkezet a hegység déli részén uralkodó amfibolandezit elterjedési területére esik elsősorban (7. ábra). Egységét az Alsóhegy magasságában keletről benyúló magasabb mágneses szuszceptibilitású, valószínűleg fiatalabb vulkanit (piroxénandezit?) áttörés bontja meg. Ennek helyzete a légi mágneses és a káliumeloszlási adatokban egyaránt tükröződik. Jellemzésül és a nagybörzsönyi szerkezettel való összehasonlítás miatt is említjük meg azt a tényt, hogy a savanyú vulkanizmus termékei dácit formájában itt is megtalálhatók (Szob—Csák-hegy). A káliumeloszlás részleteinek vizsgálatával ezen a feltételezett területen az ÉÉK—DDNy-i fő orientációs irány mellett, szintén kimutathatók olyan közel É—D-i csapású orientációs tengelyek, amelyeket a nagybörzsönyi területnél említettünk. Prognosztikus és közvetlenebb érc kutatási szempontból ezek hasonló jelentőségűek lehetnek.

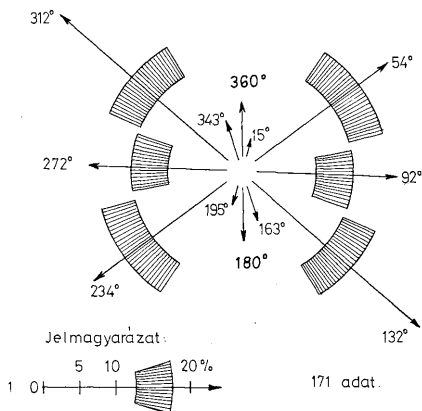
Egy harmadik szerkezet lehetőségét Szobtól keletre Zebegény táján látjuk. Létezésére csak a légi méréssel kimutatott alacsony intenzitású mágneses térből következtethetünk. Feltételezett helyzetét a közel É—D-i irányú hosszanti tengely feltüntetésével az 1. ábrán jelöltük meg.

A légi mérések adatainak értelmezésével tehát, a lényegében már ismertnek tekinthető nagybörzsönyi kalderán kívül, a Börzsöny-hegységben még több hasonló szerkezet létezésére adható prognózis. A kálium adatok alapján legjelentősebbnek a szobi látszik. A légi felvételek káliumeloszlásának figyelembevételével célszerű lenne elsősorban ennek a területnek a földi ellenőrző vizsgálatát elvégezni.

3. A légi mágneses adatok, amint látható volt, jelentősen elősegítik a vulkáni összlet belső szerkezetének vizsgálatát. Abból a szükségszerűségből ki-

indulva, hogy prognosztikai szempontból a hegység területét érintő nagyobb szerkezet helyes ismerete is elengedhetetlen, megkíséreltük a légi mágneses adatokat az egész hegységre vonatkozóan is értékelni.

Az értékelés abból állt, hogy az ELGI Gravitációs és Mágneses osztálya által szerkesztett ΔT izoanómál térképen felmértük a mágneses anomáliák gyakoriságát és irányítottságát (8. ábra). A szerkezeti értékelés munkahipotéziséül azt állítottuk, hogy a vulkáni összet magneses inhomogenitásban — mint a kalderák esetében — a nagyobb földtani szerkezet is indikálódhat. Ebből a szempontból 171 értékelhető adatot találtunk.

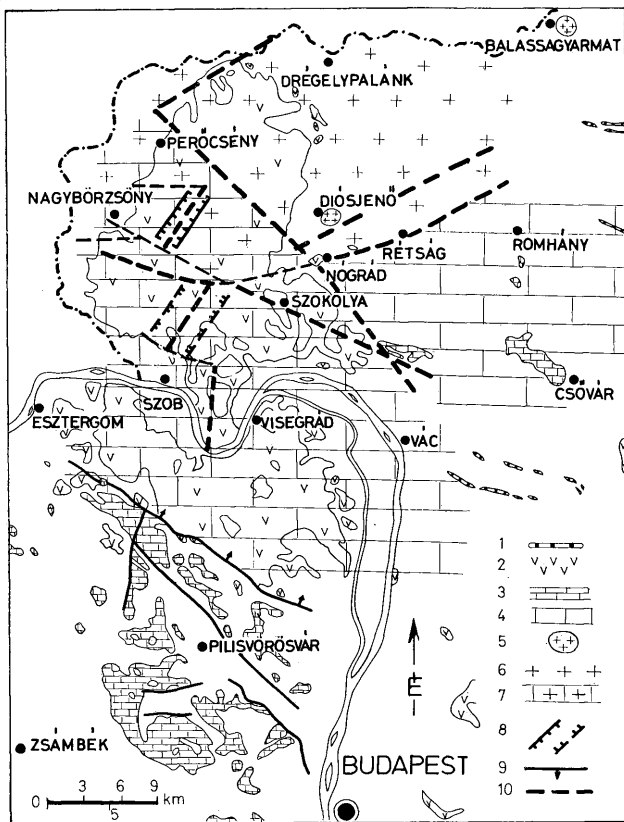


8. ábra. A mágneses anomáliák irányítottsága a Börzsöny-hegység területén (a légi ΔT izoanómál térkép nyomán). Jelmagyarázat: 1. Az anomália tengelyek átlagos iránya (a gyakoriság %-ban kifejezve) és a szórási terület a főbb irányokban

Fig. 8. Orientation of magnetic anomalies in the Börzsöny Mountains (from aeromagnetic ΔT map). Legend: 1. Meand trend of anomaly axes (frequency in % values) and the zone of scatter in the principal directions

A mágneses adatok és az irodalomból ismert földtani adatok együttes értelmezésének eredményét mutatja a 9. ábra. Felfogásunk szerint, a hegység mélyszerkezetében sorrendben az ÉNy—DK-i, az ÉK—DNy-i s alárendeltebben a K—Ny-i irányú szerkezeti vonalak a meghatározók. A kristályos és üledékes alaphegység érintkezése nagyon valószínűen (Nógrád és Perócsény vonalában) ÉNy—DK-i irányú szerkezeti vonal mentén lehetséges. Eszerint elképzelhető, hogy a nagybörzsónyi kaldera is a paleozóos — mezozóos üledékes alaphegység területe felett fejlődött volna ki, ami a metasomatikus ercesedés lehetőségét veti fel és az egyébként is kívánatosnak mondható mélységi felderítő kutatás szükségességét támasztja alá. Az ÉNy—DK-i irányú nagyszerkezeti vonal realitását növeli az alaphegység minőségváltozását tükröző relatív gravitációs anomáliatérkép (Szénás, 1965). Ezen, az anomália-maximum területet lehatároló izovonal az említett (ÉNy—DK-i, Nógrád—Perócsény) törésvonallal közel azonos lefutású.

A mágneses anomáliák elrendeződését tekintve, megítélésünk szerint nem kevésbé fontosak — és összgyakoriságukat tekintve sem alárendeltek — azok,



9. ábra. A Börzsöny-(Dunazug)-hegység területének feltételezett főbb (mély-) szerkezeti vonalai (WÉBER, 1969). (A MÉV és MAELGI 1965—66. évi komplex légi gammáspektrometriai és mágneses felvétele, valamint irodalmi adatok alapján.) Jelmeleg a r á z a t: 1. Piroxénandezit közzettetérek, 2. A helvét-tortonai vulkáni ősszet, 3. A mezozoos (felsőtriász dolomit, mészkő, márga) alaphegység a felszinen, 4. A mezozoos (paleozoos?) üledékes alaphegység feltételezett elterjedése a fedőhegységi képződmények alatt, 5. Az őpaleozoos kristályos alaphegység, 6. Az őpaleozoos kristályos és a paleozoos-mezozoos üledékes alaphegységi képződmények lehetséges együttes előfordulása, 8. A vulkáni ősszetben kimutatott, feltételezett kaldera-szerkezet, 9. A mezozoos alaphegység felszinen ismert szerkezeti vonalai, 10. Feltételezett szerkezeti vonalak. (A felszíni földtani vázlat Magyarország 1:300 000 földtani térképe nyomán készült)

Fig. 9. Hypothetical main (desp) tectonic lines in the Börzsöny (Dunazug) Mountains (WÉBER, 1969). (From complex air-gamma spectrometric and magnetic survey of MÉV and MAELGI, 1965—1966, and of literature data.) Legend: 1. Proxenandesite dikes, 2. Helveto-Tortonian volcanic sequence, 3. Mesozoic basement (Upper Triassic dolomite, limestone, marl) exposed, 4. Hypothetical extension of the Mesozoic (Paleozoic?) basement under the overburden, 5. Lower Paleozoic crystalline basement, 6. Hypothetical extension of the Lower Paleozoic crystalline basement under the overburden, 7. Potential combined occurrence of Lower Paleozoic crystalline and Paleozoic-Mesozoic sedimentary basement rocks below their overburden, 8. Hypothetical cauldron structure detected in the volcanic sequence, 9. Faults of Mesozoic basement known on the surface, 10. Hypothetical faults (Sketch of geology taken from: Geological Map of Hungary, 1:300 000)

amelyek $\sim \dot{E}$ —D-i irányítottaságából hasonló irányú szerkezeti vonalakra következtethetünk. A $\sim \dot{E}$ —D-i irányú szerkezeti vonalak jelentőségét, amint a káliumeloszlás részleteinek vizsgálatánál is említettük (4., 6. ábra) és amelyekre vonatkozóan most a mágneses anomáliák irányából újabb megerősítést látunk, az a tény szabja meg, hogy ez az irány a ma ismert ércesedés fő iránya (PANTÓ—MIKÓ, 1964). Abban, hogy a feltételezett (nagybörzsönyi—szobi—zebegényi) belső szerkezeti egységek is lényegében egy $\sim \dot{E}$ —D-i irányú vonal mentén helyezkednek el, ennek az ércprognosztikai szempontból fontos fő iránynak nagyszerkezeti preformációját sejtjük. A nagybörzsönyi és a szobi területek a vonal menti kulisszaszerű helyzetükben az ÉK—DNy-i irányú törérendszerrel alkotott metszések dilatációs csomópontjai lehetnek. A zebegényi szakasz, valószínűleg szubvulkáni benyomulás nélkül, — az elsősorban $\sim \dot{E}$ —D-i irány szerint kifejlődött — hidrotermák hatásterületét is jelentheti, ércprognosztikai jelentőséggel. Érdekes tény, hogy a Perőcsénytől DDK-re említett — s a káliumeloszlásban is jól mutatózó (1. ábra) — amfibolandezitek előfordulási területe is beleillik a feltételezett \dot{E} —D-i irányú szerkezeti vonalra.

Befejezés

A káliumeloszlás ismerete feltehetően a Börzsöny-hegységben is hozzájárul a vulkáni összlet teljesebb megismeréséhez és az ércföldtani prognózis kialakításához. Nagyon fontosnak látszik a fentiekben csak vázlatosan vizsgált légi mágneses felvételek adataival való együttes értelmezés tovább fejlesztése, ami más vulkáni területeink bonyolult terének értelmezésére is extrapolálható földtani tapasztalatot jelent. A kétféle észlelési módszer összehangolt földtani értelmezése láthatóan túlmutat azokon a lehetőségeken, amelyeket a földtani megismerés számára önmagában csak egyik-egyik hord. Tovább kell lépni. A légi mérések természetének ismeretében az adattömegek számítógépes feldolgozásának szükségessége már hazánkban is felmerült (ELEK—GÉRESI—BARANYI, 1970). A hagyományos (kézi) módszerrel készült adattérképek földtani értelmezésének eddigi tapasztalatai segítségünkre lehetnek abban, hogy célratoró programot szabjunk meg. A Börzsöny-hegységet nagyon alkalmasnak látjuk arra, hogy a komplex légi mérések számítógépes feldolgozásának kísérleti terepe legyen.

Irodalom — References

- BALLA Z. (1967): A Magyar Középhegység szerkezeti főirányairól. Földtani Közlöny 97. 3
 DEER, W. A. — HORVIE, R. A. — ZUSSMANN, I. (1963): Rock forming minerals. Longmans. London
 ELEK I. — GÉRESI Gy. — BARANYI I. (1970): Komplex légi gammaespektrometriai és légi mágneses mérések Magyarországon. Magyar Geofizika XI. 1—2. 3
 HOFFER E. (1969): Hazai földmágneses mérések a földtani kutatás szolgálatában. Földtani Kutatás XIII. 1969. 3—4
 KISVARSÁNYI G. — HERMANN M. (1953): A nagybörzsönyi érc kutatás közzétett vizsgálata. Földt. Int. Évi Jel.
 KOMÁROMI I. (1954): Jelentés a Nagybörzsönyi környékén 1954. évben végzett földmágneses mérések eredményeiről. Kézirat. MÁFI Adattár
 KUBOVICS I. (1962): A vulkáni hegységek beszakadásos szerkezete. Földtani Közlöny 92. 3
 LENGYEL E. (1956): A Börzsöny-hegység Nógrád—Szokolya környéki területeinek újrafelvétele. Földt. Int. Évi Jel. 1954-ről
 PANTÓ G. — MIKÓ L. (1964): A nagybörzsönyi ércesedés. MÁFI Évk. 1. 1
 PANTÓ Gy. (1960): Perőcsény környékének közetföldtani vizsgálata. Földtani Közlöny 90
 SZABÓ Z. (1967): Komplex geofizikai kutatás a Börzsöny-hegységben. MÁELGI. 1966. évi Jelentés
 SZABECZKY-KARDOSS E. (1958): A vulkáni hegységek kutatásának néhány alapkérdéséről. Földtani Közlöny 88
 SZÉKYNÉ F. V. (1964): Propilitésedés és kaliummetasomatózis Tokaji-hegységi vizsgálatok tükrében. Földtani Köz-
 löny 94. 4
 SZÉKÁS Gy. (1965): A geofizikai térképezés földtani alapjai Magyarországon. MÁELGI. Évkönyv II.

- TATÁR (1955): Összefoglaló jelentés a Nagyborzsönyben végzett rádióaktív sugárzás mérésekről. MÁFI. Adattár TYIHOIMIROV V. P.—WÉBER B.—GÉRESI Gy. (1968): Jelentés az 1968. évi aerogamma-spektrometriai mérésekről. MÉV. Pécs
- VADÁSZ E. (1960): Magyarország földtana 2. kiadás. Budapest
- WÉBER B.—GÉRESI Gy. (1970): A kálium eloszlása a Mátra-hegységben légi gammaspektrometriai felvétel alapján. Földtani Közöny. 100. 1.
- WÉBER B. (1970): Hozzájárulás ELEK I., GÉRESI Gy., BARANYI I., „Komplex légigamma spektrometriai és légi mágneses mérések Magyarországon” előadáshoz. Magyar Geofizika XI. 1—2.
- ZELLENKA T. (1960): Kőzettani és földtani vizsgálatok a Dunazug-hegység DNY-i részén. Földtani Közöny 90.
- ZSILLE A. (1968): Komplex geofizikai kutatás a Börzsöny-hegységben. A MÄELGI 1967. évi jelentése

Distribution of potassium in the Börzsöny Mountains from aero-gammaspectrometric survey data

B. Wéber, L. Nagy and Gy. Géresi

The present paper gives an interpretation of the distribution of potassium measured by aero-gammaspectrometric survey in the Börzsöny Mountains. These mountains form the extreme western member of the North Hungarian Highlands. They are built up of Tertiary volcanics, averaging + 450 m in altitude and attain a maximum of + 939 m in mount Csóványos, the highest peak of the mountains.

The potassium distribution of the Börzsöny Mountains is shown in a map (Fig. 1).

a) Potassium content of rocks

Potassium data (Fig. 2), calculated for each particular rock type from combined evaluation and interpretation of the geological and gammaspectrometric maps, showing the potassium contents in isolines, are presented.

Interpretation of air-borne measurements seems to be a suitable method for the regional petro-chemical investigation of volcanics (magmatites).

Amphibolic andesites and dacites show the highest potassium content to be regarded as normal from the point of view of petrochemistry. Biotite and amphibole may be designated as the main minerals of potassium. The results testify to the origin of amphibolic andesites and dacites from a „wet”, volatile-rich magma. Under the conditions of formation of a similar magma potassium is mobilized in interaction via transvaporization with the waterbearing sediments of the basement. Considering the structural conditions of transvaporization of the initial magma (KUBOVICS 1962), a close relationship is supposed to exist between the potassium-indicated appearance of amphibolic andesites and dacites on the one hand, and the endogenic tectonic mechanism of volcanism, on the other.

b) Structural interpretation and ore prognosis

The results obtained earlier by geologists and oreprospectors in the vicinity of Nagyborzsöny village made it possible to undertake an ore-prognostic evaluation of potassium distribution, and of synchronous aero-magnetic results. Air-borne measurements indicated a potassium peak (>3%) to occur above the already known Nagyborzsöny ore deposit (Fig. 3). The potassium anomaly coincides with the ore-bearing subvolcanic formations localised by geological mapping. The geological position of these formations is given as being in the „elongated cauldron due to a central collapse-subsidence”, which developed after the main paroxysm (PANTÓ—MIKÓ 1964). Even the main orientation of the continuously recorded field of higher potassium content corresponds to the above-mentioned „cauldron”. It is, however, essential, that this anomaly extends along the strike (NNE-SSW), far beyond the subvolcanic area localized by earlier geological mapping (Figs. 3—5). For the area delimited in Fig. 3 air-borne measurements have given a potassium content of 3.57%, higher than the average (3.1%), so that the area under consideration can be taken as a striking potassium anomaly. It is characteristic, however, of the ore-bearing cauldron area, that a positive correlation exists between the results of geological investigations and the distribution of potassium (Fig. 5).

It is however important to carry out the structural isolation of the critical area within the volcanic sequence. Important information for this purpose could be obtained

from the aero-magnetic survey carried out simultaneously. Comparison of the resulting maps show excellent correlation between the cauldron localized by potassium distribution and a magnetic minimum area ($>0mOe$) (Fig. 4 and 5a).

Results of earlier ore-prospecting operations within the „cauldron” permit the interpretation of finer details of the air-surveyed potassium distribution as well.

Experiences gained in connection with the Nagybörzsöny cauldron permit to suppose the existence of another cauldron, the so-called „Szob-cauldron” (Fig. 1). Its boundaries are better contoured by aero-magnetic survey than by potassium distribution (Figs. 6, 5B and 7.). An average potassium content of 3.9% was determined for this area. A third potential ore-bearing area is supposed to occur in the vicinity of Zebegény, east of Szob. Its potential existence is merely indicated by the presence of a low-intensity geomagnetic field detected by air-borne survey.

Interpretation of aero-magnetic results (Fig. 8) may give information on the megatectonic setting of the mountains as well (Fig. 9).

It is an important experience for prognosis that correlation exists between potassium distribution and aeromagnetic results in the investigated area. Consequently, the potential ore-indicating role of potassium must not be neglected by ore-prospectors in volcanic areas.